

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-061146
(43)Date of publication of application : 04.03.1994

(51)Int.CI.

H01L 21/205

(21)Application number : 04-209298
(22)Date of filing : 05.08.1992

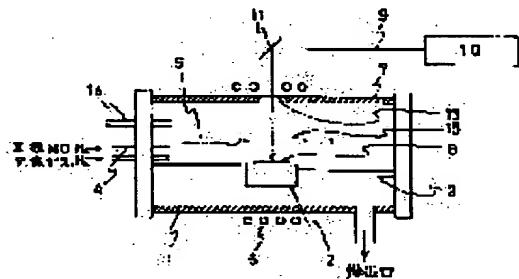
(71)Applicant : SHARP CORP
(72)Inventor : NAKATSU HIROSHI
SASAKI KAZUAKI
YAMAMOTO OSAMU

(54) VAPOR GROWTH DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent a light introducing window from being clouded and to make raw gases light-excite evenly and with good reproducibility even in the case where a large-area substrate is used by a method wherein a vapor growth device is provided with a flow channel for circulating the raw gases on the substrate and the light introducing window provided in the flow channel is heated.

CONSTITUTION: A flow channel 5 for circulating reaction gases in a laminar flow on a substrate 8 is provided in a reactor 1. The raw gases, group III organometallic gas, group V hydride gas and carrier gas H₂, are made flow under the lower side of the channel 5 through pipings 4. The growth substrate 8 is provided on a susceptor 2 and the susceptor 2 is supported by a susceptor holder 3. The substrate 8 is induction-heated by RF coils 6. In that state, excitation light 9 is introduced from a light source 10 into the reactor 1 through a mirror 11. A light introducing window 15 provided in the channel 5 is made using quartz mixed with ferromagnetic material fine particles, such as Fe, Co or Ni fine particles. An eddy current is generated in the window 15 by the coils 6 and the window 15 is heated also by the hysteresis loss of a ferromagnetic material.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.07.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3068341

[Date of registration] 19.05.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Vapor growth equipment characterized by providing the following The light source which generates excitation light A reactor by which it is irradiated towards a substrate for vapor growth arranged inside while excitation light generated from the light source is introduced into the interior, and the exterior is cooled A flow channel to which it is prepared in the interior of this reactor, it has an optical installation aperture so that excitation light may reach this substrate, and material gas is introduced into the interior from the exterior, and conduction of this substrate top is carried out A heating means to heat this optical installation aperture

[Claim 2] Vapor growth equipment according to claim 1 with which said heating means consisted of particles of a coil prepared in the exterior of said reactor, and a ferromagnetic mixed in said optical installation aperture, and this optical installation aperture was prepared in a magnetic field of this coil.

[Claim 3] Vapor growth equipment according to claim 1 with which said heating means consists of a heat absorbing filter stuck on said optical installation aperture.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to vapor growth equipments, such as vapor growth equipment especially organic metal vapor growth equipment used for growth of a semiconductor, and plasma vapor growth equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] as the method of carrying out epitaxial growth of the compound semiconductor conventionally -- organic metal pyrolysis vapor growth (MOCVD) -- low and molecular beam epitaxy (MBE) -- low etc. is known well. Moreover, the optical radiation effects in the vapor growth of a semiconductor are proposed, and the optical-pumping process [in / spread / of various laser / in an interval / the vapor phase epitaxial growth of a semiconductor] attracts attention.

[0003] Especially, in order to control the decomposition effectiveness of the III group organic metal gas which is a growth material, V group hydride gas, or dopant gas in the describing [above] MOCVD method, carrying out optical pumping from the outside is performed briskly. An optical-pumping mold MOCVD system improves the usual MOCVD system in some respects, in order to introduce light from the exterior. The conventional optical-pumping mold MOCVD system is shown in drawing 8. This MOCVD system has reactor structure which prepared the introductory aperture which carries out optical pumping, in order to raise the growth rate and doping concentration of a semiconductor alternatively. The reactor 81 has the duplex water-cooled tube 87, and cooling water is poured. Material gas flows in a reactor 81 and the flow channel 85 for making material gas into a laminar flow on a substrate is formed. The flow channel 85 bottom faces the susceptor 82 made from carbon, and it is devised so that an air current may not be confused on a substrate. Carrier gas H₂ is passed through piping 814 by the flow channel 85 bottom so that the inside of a reactor may not become dirty. Material gas III group organic metal gas, V group hydride gas, and carrier gas H₂ are passed by the flow channel 85 bottom through piping 84. The growth substrate 88 is formed on a susceptor 82, and is supported with the susceptor holder 83. Induction heating of the growth substrate 88 is carried out with RF coil 86. In the condition, the excitation light 89 is oscillated from the light source 810 of excimer laser, an arc lamp, etc., and it introduces in a reactor 81 through a mirror 811. In order to make it the pattern or phase of light not confused at this time, only the portion along which light passes made the reactor 81 one layer, and the optical inlet 813 made from a quartz is formed. Moreover, in order to avoid the material sublimated to the flow channel 85 bottom adhering, and blooming cloudy, the hole 812 is established in the portion along which the light of the flow channel 85 passes.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when a hole 812 is made in the flow channel 85 as mentioned above, there is a possibility that the laminar flow of the flow channel 85 bottom may be confused. Especially, when the path of a hole 812 is large, the air current on the substrate 88 for growth is confused, and epitaxial growth is affected. Moreover, the sublimated material adheres even to the optical inlet 813 of a reactor 81, and there is also a possibility that it may become impossible to introduce light. Therefore, although it can use when the method of making a hole 812 in the flow channel 85 as mentioned above for optical installation has a small substrate for growth (i.e., when the path of a hole 812 is small), in the case of the large substrate for growth, it cannot use.

[0005] In order for this invention to solve the above-mentioned defect, and for the material which did not disturb the air current of material gas and was sublimated even when the purpose used the substrate of a large area to adhere and not to cloud an optical installation aperture, it is in offering the vapor growth equipment which material gas can improve optical pumping of the reappearance to homogeneity.

[0006]

[Means for Solving the Problem] A reactor by which glares towards a substrate for vapor growth with

which it has been arranged inside while excitation light generated from the light source in which vapor growth equipment of this invention generates excitation light, and the light source was introduced into the interior, and the exterior is cooled. It is prepared in the interior of this reactor, it has an optical installation aperture so that excitation light may reach this substrate, and it has a flow channel to which material gas is introduced into the interior from the exterior, and conduction of this substrate top is carried out, and a heating means to heat this optical installation aperture, and the above-mentioned purpose is attained by that.

[0007] The above-mentioned heating means may consist of particles of a coil prepared in the exterior of said reactor, and a ferromagnetic mixed in said optical installation aperture. In that case, this optical installation aperture is prepared in a magnetic field of this coil.

[0008] Said heating means may consist of a heat absorbing filter stuck on said optical installation aperture.

[0009]

[Function] By heating the optical installation aperture prepared in the flow channel, the vapor growth equipment of this invention can prevent the material gas which flows the flow channel bottom adhering to this optical installation aperture, and can prevent the cloudiness of an optical installation aperture prepared in the flow channel by adhesion of material gas. Therefore, installation of excitation light cannot be barred and excitation of material gas can be performed with sufficient reappearance.

[0010] By the describing [above] MOCVD method, hydride gas, such as PH₃ and AsH₃, is used as the source of V group elements, such as P and As, using organic metal gas, such as TMG, TMA, and TMI, as the source of an III group element like Ga, aluminum, and In. By the describing [above] MOCVD method, since the above-mentioned V group hydride capacity is set to one 100 times the number [dozens -] of this to the above-mentioned III group organic metal capacity, most gas which flows the inside of a reactor is V group hydride gas and carrier gas H₂. Therefore, it is thought that adhering [most] to a reactor wall are V group hydride gas. The vapor pressure-temperature curve of each element is shown in drawing 9. In this drawing, P and As which are V group element have high vapor pressure in the 500 degrees C - 900 degrees C temperature requirement used with epitaxial growth, and Ga, aluminum, and In which are an III element have a conversely low top atmospheric pressure in the above-mentioned temperature requirement. For example, when PH₃ is used as the source of V group element, it decomposes within a reactor and PH₃ becomes Gas P. When the pressure in a reactor is higher than the vapor pressure of P, a solid-state P₄ deposits and it adheres to the flow channel bottom. Epitaxial growth of P system is usually performed by 76Torr(s). As shown in drawing 10, in 76Torr, the sublimation point of white phosphorus is about 180 degrees C. Usually, since a reactor is a water-cooled cold wall made from a quartz, the flow channel is 100 degrees C or less. Therefore, in the usual MOCVD system, Solid-state P deposits and it adheres to a flow channel. Since the hole is open to the flow channel, turbulence or the sublimated material adheres [the laminar flow of the flow channel bottom] even to a reactor wall, and it becomes impossible moreover, to introduce light in the conventional optical-pumping mold MOCVD system. Since the MOCVD system of this example can raise the temperature of the optical installation aperture of a flow channel from the sublimation point of P to it, Solid-state P does not deposit in the optical installation aperture, and an optical installation aperture does not bloom cloudy.

[0011]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing.

[0012] (Example 1) Drawing 1 is the drawing of longitudinal section showing the vapor growth equipment of the example 1 of this invention.

[0013] In this vapor growth equipment, the reactor 1 has the duplex water-cooled tube 7 like the conventional optical-pumping mold MOCVD system, and cooling water is poured. The inside of a reactor 1 is a reactor, material gas flows, and the flow channel 5 for making reactant gas into a laminar flow on a substrate is formed. The flow channel 5 bottom faces the susceptor 2 made from carbon, and it is devised so that an air current may not be confused on a substrate. Carrier gas H₂ is passed through piping 14 by the flow channel 5 bottom so that a reactor may not become dirty. Material gas III group organic metal gas, V group hydride gas, and carrier gas H₂ are passed by the flow channel 5 bottom through piping 4. The growth substrate 8 is formed on a susceptor 2, and is supported with the susceptor holder 3. Induction heating of the growth substrate 8 is carried out with RF coil 6. In the condition, the excitation light 9 is introduced in a reactor through a mirror 11 from the light source 10 of excimer laser, an arc lamp, etc. Under the present circumstances, in order to make it the pattern or phase of light not confused, only the portion along which light passes made the reactor 1 one layer, and the optical inlet 13 made from a quartz is formed. Moreover, the optical installation aperture 15 of the flow channel 5 is heated alternatively, and in order to avoid material gas adhering to the flow channel 5 bottom, and blooming cloudy, as shown in drawing 2, the quartz with which ferromagnetic particles, such as Fe, Co, and nickel, were mixed is used

for the optical installation aperture 15 of the flow channel 5.

[0014] In this example, the optical installation aperture 15 is the following, and is made and heated. The graphite carbon which is a conductor is made to generate an eddy current with RF coil 6, and the susceptor 2 made from carbon is heated. The above-mentioned ferromagnetic particle mixed in the optical installation aperture 15 is heated also by the hysteresis loss of a ferromagnetic as shown in drawing 3 in addition to heating by the eddy current, and can be heated more than graphite carbon. Therefore, mixing of a little ferromagnetic can also make the optical installation aperture 15 an elevated temperature enough. As for the above-mentioned ferromagnetic, it is desirable that they are the particle size of 50 micrometers and the 1% of the amounts of mixing so that the excitation light introduced from the outside may not be scattered about. In this example, when the quartz in which Fe particle with a particle size of 0.1–0.3mm was made to mix about 0.1% was used for the optical installation aperture 15, temperature of the optical installation aperture 15 was able to be made into about 400 degrees C with heating by usual RF coil 6 at the time of susceptor 2 temperature of 800 degrees C. When the GaAs substrate of 20mm angle was used as a substrate, and organic metal gas, such as TMG, TMA, and TMI, was used as the source of an III group element in this condition and the semiconductor layer was formed, using hydride gas, such as PH₃ and AsH₃, as the source of V group element, the affix was not looked at by the optical installation aperture 15, but stable optical pumping was obtained.

[0015] (Example 2) Drawing 4 is the important section enlarged view of the example 2 of this invention.

[0016] In this vapor growth equipment, the optical installation aperture 15 of the flow channel 5 is heated alternatively, and in order to avoid material gas adhering to the flow channel 5 bottom, and blooming cloudy, the heat absorbing filter 16 is formed in the side which faces the susceptor 2 of the optical installation aperture 15 of the flow channel 5.

[0017] In this example, the optical installation aperture 15 is the following, and is made and heated. The graphite carbon which is a conductor is made to generate an eddy current with RF coil 6, and the susceptor 2 made from carbon is heated. Since this susceptor 2 made from carbon is close to blackbody, that emission spectrum is expressed with the part luminous-radiation curve on the strength shown in drawing 5 according to the formula of a plank. In drawing 5, at the temperature of 500 degrees C – 900 degrees C used for epitaxial growth, an emission spectrum is 0.8 micrometers – 8 micrometers in infrared region wavelength, and the most is emitted to the exterior of a reactor 1 through the reactor 1 made from a quartz. The heat absorbing filter 16 has the transparency spectrum as shown in drawing 6, absorbs the above-mentioned infrared region wavelength, and is heated. Therefore, the optical installation aperture 15 can be heated. As this heat absorbing filter 16, the interference pattern wavelength selection mirror which carried out the multilayer coating tip of heat absorbing glass or the dielectric film is raised. Since visible – ultraviolet rays 500nm or less are usually used as wavelength for carrying out optical pumping in the above-mentioned MOCVD system, there is almost no loss by the heat absorbing filter 16 of an introductory light from the outside. In this example, when phosphate glass was used as a heat absorbing filter 16, temperature of the optical installation aperture 15 was able to be made into 350 degrees C with heating by usual RF coil 6 at the time of susceptor 2 temperature of 800 degrees C. When the GaAs substrate of 20mm angle was used as a substrate, and organic metal gas, such as TMG, TMA, and TMI, was used as the source of an III group element in this condition and the semiconductor layer was formed, using hydride gas, such as PH₃ and AsH₃, as the source of V group element, the affix was not looked at by the optical installation aperture 15, but stable optical pumping was obtained.

[0018] (Example 3) Drawing 7 is the cross section showing the vapor growth equipment of the example 3 of this invention.

[0019] In this vapor growth equipment, the optical installation aperture 15 is heated from the exterior using the infrared lamps 17, such as a halogen and a tungsten, without using the radiant heat from a susceptor 2. A condenser lens 18 condenses infrared radiation 19, and the dichroic mirror 20 reflects infrared radiation 19. At this time, the infrared radiation emitted to the exterior of a reactor 1 through the reactor 1 made from a quartz is also reflected in coincidence. The infrared radiation 19 condensed or reflected is absorbed by the heat absorbing filter 16. In this case, since an infrared lamp 17 hardly takes out visible – ultraviolet rays 500nm or less, the bad influence to optical pumping does not have it. Moreover, regardless of the temperature of a susceptor 2, the optical installation aperture 15 is controllable to the temperature of arbitration. In this example, as an infrared lamp 17, when the 1kW tungsten lamp was used, temperature of the optical installation aperture 15 was able to be made into 500 degrees C with heating by usual RF coil 6 at the time of susceptor 2 temperature of 800 degrees C. When the GaAs substrate of 20mm angle was used as a substrate, and organic metal gas, such as TMG, TMA, and TMI, was used as the source of an III group element in this condition and the semiconductor layer was formed, using hydride gas, such as PH₃ and AsH₃, as the source of V group element, the affix was not looked at by the optical installation aperture

15, but stable optical pumping was obtained. When the semiconductor layer was formed in the condition, using hydride gas, such as PH₃ and AsH₃, as the source of V group element, using organic metal gas, such as TMG, TMA, and TMI, as the source of an III group element, the affix was not looked at by the optical installation aperture 15, but stable optical pumping was obtained.

[0020] Although the above example described the vapor growth of the semiconductor at the time of using P as a V group so, it is not restricted but this invention can be applied also to the vapor growth of the semiconductor using As systems, such as GaAlAs and InGaAs, on the conditions doubled at the vapor pressure and the sublimation point of As. Moreover, the same effect is acquired also when other III-V groups or II-VI group compound semiconductors, Si, germanium, W, aluminum, etc. are used, and it applies to a low pressure CVD system or plasma-CVD equipment. Moreover, a ferrite and rare earth elements may be used as a ferromagnetic particle. Furthermore, the method of using for example, a nickel chromium thin line, and carrying out resistance heating of the direct light installation aperture 15 as a method of heating the optical installation aperture 15, in addition to the above-mentioned method, may be used.

[0021]

[Effect of the Invention] Since according to this invention the material which did not disturb the air current of material gas and was sublimated adheres and an optical installation aperture is not dimmed even when the substrate of a large area is used, material gas can improve [reappearance] optical pumping to homogeneity. Therefore, a semiconductor layer can be formed efficiently.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-61146

(43)公開日 平成6年(1994)3月4日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 01 L 21/205

審査請求 未請求 請求項の数3(全7頁)

(21)出願番号 特願平4-209298

(22)出願日 平成4年(1992)8月5日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 中津 弘志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 佐々木 和明

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 山本 修

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

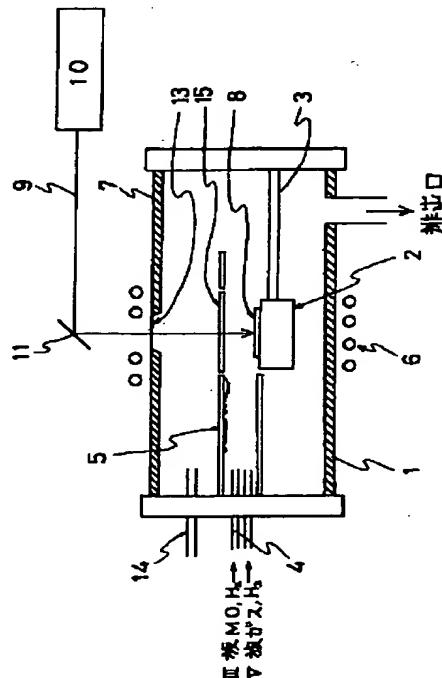
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

(54)【発明の名称】 気相成長装置

(57)【要約】

【目的】 原料ガスを均一に再現よく光励起できる気相成長装置を提供する。

【構成】 気相成長装置において、フローチャンネルに設けられた光導入窓を加熱することにより、大面積の基板用いた場合でも、原料ガスの気流を乱すことがなく、かつ昇華した材料が付着して光導入窓を曇らせることがないため、原料ガスを均一に再現よく光励起できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 励起光を発生する光源と、光源から発生した励起光が、内部に導入されると共に内部に配置された気相成長用基板に向けて照射され、外部が冷却されているリアクタと、該リアクタの内部に設けられ、該基板に励起光が到達するように光導入窓を有し、外部から原料ガスを内部に導入して該基板上を通流させるフローチャンネルと、該光導入窓を加熱する加熱手段と、を備える気相成長装置。

【請求項2】 前記加熱手段が、前記リアクタの外部に設けたコイルと、前記光導入窓に混入された強磁性体の微粒子とで構成され、該光導入窓が該コイルの磁場内に設けられた請求項1記載の気相成長装置。

【請求項3】 前記加熱手段が、前記光導入窓に貼着された熱線吸収フィルターからなる請求項1記載の気相成長装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、気相成長装置、特に半導体の成長に使われる有機金属気相成長装置、プラズマ気相成長装置などの気相成長装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、化合物半導体をエピタキシャル成長させる方法として、有機金属熱分解気相成長(MOCVD)法、分子線エピタキシー(MBE)法などが多く知られている。また、半導体の気相成長における光照射効果が提案され、各種レーザの普及もあいまって、半導体の気相エピタキシャル成長における光励起プロセスが注目されている。

【0003】特に、上記MOCVD法においては、成長材料であるIII族有機金属ガス、V族ハイドライドガスまたはドーパントガスの分解効率を制御するため、外部から光励起することが盛んに行われている。光励起型MOCVD装置は、外部から光を導入するために、通常のMOCVD装置を幾つかの点で改良したものである。従来の光励起型MOCVD装置を図8に示す。このMOCVD装置は、半導体の成長速度やドーピング濃度を選択的に上げるために光励起する導入窓を設けたリアクタ構造になっている。リアクタ81は二重水冷管87を有しており、冷却水が流されている。リアクタ81内には原料ガスが流れ、基板上で原料ガスを層流にするためのフローチャンネル85が設けられている。フローチャンネル85の下側は、カーボン製のサセプタ82と向かい合っており、基板上で気流が乱れないように工夫されている。フローチャンネル85の上側には、リアクタ内が汚れないように配管814を通して、キャリアガスH₂が流されている。原料ガスIII族有機金属ガス、V族ハイドライドガスおよびキャリアガスH₂は、配管84を通してフローチャンネル85の下側に流される。成長基板88は、サセプタ82の上に設

けられ、サセプタホルダ83で支えられている。成長基板88は、R Fコイル86によって誘導加熱される。その状態で、エキシマレーザやアークランプなどの光源810から励起光89を発振し、ミラー811を通してリアクタ81内に導入する。この時、光のパターンや位相が乱れないようにするため、光が通る部分だけリアクタ81を一重にして、石英製の光導入口813を設けている。また、フローチャンネル85の下側に、昇華した材料が付着して疊るのを避けるため、フローチャンネル85の光が通る部分に穴812を設けている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のようにフローチャンネル85に穴812を開けると、フローチャンネル85の下側の層流が乱れる恐れがある。特に、穴812の径が大きい場合、成長用基板88上の気流が乱れてエピタキシャル成長に影響を与える。また、昇華した材料がリアクタ81の光導入口813にまで付着し、光が導入できなくなる恐れもある。従って、上記のように光導入のためにフローチャンネル85に穴812を開ける方法は、成長用基板が小さい場合、つまり穴812の径が小さい場合は用いることができるが、大きい成長用基板の場合には用いることができない。

【0005】本発明は、上記欠点を解決しようとするもので、その目的は大面積の基板を用いた場合でも、原料ガスの気流を乱すことなく、かつ昇華した材料が付着して光導入窓を疊らせることがないため、原料ガスを均一に再現よく光励起できる気相成長装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の気相成長装置は、励起光を発生する光源と、光源から発生した励起光が、内部に導入されると共に内部に配置された気相成長用基板に向けて照射され、外部が冷却されているリアクタと、該リアクタの内部に設けられ、該基板に励起光が到達するように光導入窓を有し、外部から原料ガスを内部に導入して該基板上を通流させるフローチャンネルと、該光導入窓を加熱する加熱手段とを備え、そのことにより上記目的が達成される。

【0007】上記加熱手段は、前記リアクタの外部に設けたコイルと、前記光導入窓に混入された強磁性体の微粒子とで構成されていてもよい。その場合、該光導入窓は該コイルの磁場内に設けられる。

【0008】前記加熱手段は、前記光導入窓に貼着された熱線吸収フィルターからなっていてもよい。

【0009】

【作用】本発明の気相成長装置は、フローチャンネルに設けられた光導入窓を加熱することによって、フローチャンネルの下側を流れる原料ガスが該光導入窓に付着するのを防ぎ、原料ガスの付着によるフローチャンネルに設けられた光導入窓の疊りを防止することができる。従

って、励起光の導入を妨げることがなく、原料ガスの励起を再現よく行うことができる。

【0010】上記MOCVD法では、Ga、AlおよびInのようなIII族元素のソースとしてTMG、TMA、TMIなどの有機金属ガスを用い、また、PおよびAsなどのV族元素のソースとして、PH₃、AsH₃などのハイドライドガスを用いる。上記MOCVD法では、上記V族ハイドライドガス量は、上記III族有機金属ガス量に対して数十～数百倍に設定されるため、リアクタ内を流れるガスは、ほとんどV族ハイドライドガスとキャリアガスH₂である。従って、リアクタ内壁に付着するのは、ほとんどV族ハイドライドガスであると考えられる。図9に各元素の蒸気圧～温度曲線を示す。この図において、V族元素であるPおよびAsは、エピタキシャル成長で用いられる500°C～900°Cの温度範囲で蒸気圧が高く、逆にIII元素であるGa、AlおよびInは上記温度範囲で上気圧が低い。例えば、V族元素のソースとしてPH₃を用いた場合、PH₃はリアクタ内で分解して気体Pになる。リアクタ内の圧力がPの蒸気圧より高い場合には、固体P₄が析出してフローチャンネルの下側に付着する。P系のエピタキシャル成長は通常76Torrで行われる。図10に示すように、76Torrでは白リンの昇華点は約180°Cである。通常、リアクタは石英製の水冷コールドウォールであるため、フローチャンネルは100°C以下になっている。そのため、通常のMOCVD装置では、固体P₄が析出してフローチャンネルに付着する。また、従来の光励起型MOCVD装置では、フローチャンネルに穴が開いているため、フローチャンネルの下側の層流が乱れ、または、昇華した材料がリアクタ内壁まで付着し、光が導入できなくなる。それに対して、この実施例のMOCVD装置は、フローチャンネルの光導入窓の温度をPの昇華点より上げることができるので、光導入窓には固体P₄が析出せず、光導入窓は疊らない。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【0012】(実施例1) 図1は、本発明の実施例1の気相成長装置を示す縦断面図である。

【0013】この気相成長装置において、リアクタ1は従来の光励起型MOCVD装置と同様、二重水冷管7を有しており、冷却水が流れている。リアクタ1内はリアクタになっており、原料ガスが流れ、基板上で反応ガスを層流にするためのフローチャンネル5が設けられている。フローチャンネル5の下側は、カーボン製のサセブタ2と向かい合っており、基板上で気流が乱れないように工夫されている。フローチャンネル5の上側には、リアクタが汚れないように配管14を通して、キャリアガスH₂が流れている。原料ガスIII族有機金属ガス、V族ハイドライドガスおよびキャリアガスH₂は、配管4

を通じてフローチャンネル5の下側に流される。成長基板8は、サセブタ2の上に設けられ、サセブタホルダ3で支えられている。成長基板8は、RFコイル6によって誘導加熱される。その状態で、エキシマレーザやアーチランプなどの光源10からミラー11を通して励起光9をリアクタ内に導入する。この際、光のパターンや位相が乱れないようにするため、光が通る部分だけリアクタ1を一重にして、石英製の光導入口13を設けている。また、フローチャンネル5の光導入窓15を選択的に加熱してフローチャンネル5の下側に原料ガスが付着して疊るのを避けるため、図2に示すように、フローチャンネル5の光導入窓15には、Fe、Co、Niなどの強磁性体微粒子が混入された石英を用いている。

【0014】この実施例において、光導入窓15は以下のようにして加熱される。RFコイル6により導体であるグラファイトカーボンに渦電流を発生させて、カーボン製サセブタ2を加熱する。光導入窓15に混入された上記強磁性体微粒子は、渦電流による加熱以外に、図3に示すような強磁性体のヒステリシス損失によっても加熱され、グラファイトカーボン以上に加熱することができる。従って、少量の強磁性体の混入でも、光導入窓15を充分高温にすることができる。上記強磁性体は、外部から導入する励起光が散乱しないように、粒径50μm、混入量1%であるのが好ましい。本実施例では、粒径0.1～0.3mmのFe微粒子を約0.1%混入させた石英を光導入窓15に用いたところ、通常のRFコイル6による加熱で、サセブタ2温度800°Cの時、光導入窓15の温度を約400°Cにできた。この状態で基板として20mm角のGaAs基板を、III族元素のソースとしてTMA、TMA、TMIなどの有機金属ガスを用い、また、V族元素のソースとしてPH₃、AsH₃などのハイドライドガスを用いて、半導体層を形成したところ、光導入窓15に付着物は見られず、安定した光励起が得られた。

【0015】(実施例2) 図4は、本発明の実施例2の要部拡大図である。

【0016】この気相成長装置においては、フローチャンネル5の光導入窓15を選択的に加熱してフローチャンネル5の下側に原料ガスが付着して疊るのを避けるため、フローチャンネル5の光導入窓15のサセブタ2に向かい合う側には、熱線吸収フィルター16が設けられている。

【0017】この実施例において、光導入窓15は以下のようにして加熱される。RFコイル6により導体であるグラファイトカーボンに渦電流を発生させて、カーボン製サセブタ2を加熱する。このカーボン製サセブタ2は黒体に近いため、その放射スペクトルはブランクの式に従い、図5に示す分光放射強度曲線で表される。図5において、エピタキシャル成長に用いられる温度500°C～900°Cでは、放射スペクトルは0.8μm～8μmの赤外域波長であり、その大部分は石英製リアクタ1を通してリ

アクタ1の外部に放出される。熱線吸収フィルター16は、図6に示すような透過スペクトルを有しており、上記赤外域波長を吸収して加熱される。そのため、光導入窓15を加熱することができる。この熱線吸収フィルター16としては、熱線吸収ガラス、または誘電体膜を多層コーティングした干渉型波長選択ミラーなどがあげられる。上記MOCVD装置では、光励起するための波長として通常500nm以下の可視～紫外線を用いるので、外部からの導入光の熱線吸収フィルター16による損失はほとんどない。本実施例では、熱線吸収フィルター16として焼酸塩ガラスを用いたところ、通常のRFコイル6による加熱で、サセプタ2温度800°Cの時、光導入窓15の温度を350°Cにすることができた。この状態で基板として20mm角のGaAs基板を、III族元素のソースとしてTMG、TMA、TMIなどの有機金属ガスを用い、また、V族元素のソースとしてPH₃、AsH₃などのハイドライドガスを用いて、半導体層を形成したところ、光導入窓15に付着物は見られず、安定した光励起が得られた。

【0018】(実施例3) 図7は、本発明の実施例3の気相成長装置を示す断面図である。

【0019】この気相成長装置においては、サセプタ2からの輻射熱を利用せずに、ハロゲン、タンクステンなどの赤外線ランプ17を用いて外部から光導入窓15を加熱している。集光レンズ18は赤外線19を集光し、2色性ミラー20は赤外線19を反射する。この時、石英製リアクタ1を通してリアクタ1の外部に放出される赤外線も同時に反射される。集光または反射された赤外線19は、熱線吸収フィルター16に吸収される。この場合、赤外線ランプ17は500nm以下の可視～紫外線をほとんど出さないので光励起に対する悪影響はない。また、サセプタ2の温度と関係なく、光導入窓15を任意の温度にコントロールすることができる。本実施例では、赤外線ランプ17として、1KWのタンクステンランプを用いたところ、通常のRFコイル6による加熱で、サセプタ2温度800°Cの時、光導入窓15の温度を500°Cにすることができた。この状態で基板として20mm角のGaAs基板を、III族元素のソースとしてTMG、TMA、TMIなどの有機金属ガスを用い、また、V族元素のソースとしてPH₃、AsH₃などのハイドライドガスを用いて、半導体層を形成したところ、光導入窓15に付着物は見られず、安定した光励起が得られた。状態でIII族元素のソースとしてTMG、TMA、TMIなどの有機金属ガスを用い、また、V族元素のソースとしてPH₃、AsH₃などのハイドライドガスを用いて、半導体層を形成したところ、光導入窓15に付着物は見られず、安定した光励起が得られた。

【0020】以上の実施例では、V族としてPを用いた場合の半導体の気相成長について述べたが、それだけに限られず、GaAlAs、InGaAsなどのAs系を

用いた半導体の気相成長にも、Asの蒸気圧と昇華点に合わせた条件で本発明を適用することができる。また、他のII-V族またはII-VI族化合物半導体やSi、Ge、W、Alなどを用いた場合にも、減圧CVD装置やプラズマCVD装置に適用した場合にも同様の効果が得られる。また、強磁性体微粒子として、フェライトや希土類元素を用いてもよい。さらに、光導入窓15を加熱する方法として、上記方法以外に、直接光導入窓15を例えればニッケルクロム細線を用いて抵抗加熱する方法を用いてよい。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、大面積の基板を用いた場合でも、原料ガスの気流を乱すことなく、かつ昇華した材料が付着して光導入窓を疊らすことがないため、原料ガスを均一に再現よく光励起できる。よって、半導体層を効率よく形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の気相成長装置を示す縦断面図である。

【図2】実施例1の気相成長装置の要部拡大図である。

【図3】強磁性体のヒステリシス損失を表す図である。

【図4】実施例2の気相成長装置の要部拡大図である。

【図5】黒体の分光放射強度曲線を表す図である。

【図6】熱線吸収フィルターの透過スペクトルを表す図である。

【図7】実施例3の気相成長装置を示す縦断面図である。

【図8】従来の光励起MOCVD装置を示す縦断面図である。

【図9】各元素の蒸気圧-温度曲線を表す図である。

【図10】リンの蒸気圧-温度曲線を表す図である。

【符号の説明】

1 リアクタ

2 サセプタ

3 サセプタホルダ

4 原料ガス導入配管

5 フローチャンネル

6 RFコイル

7 二重水冷管

8 成長基板

9 励起光

10 励起光源

11 光導入ミラー

13 リアクタ光導入口

14 キャリアガス導入配管

15 フローチャンネル光導入窓

16 热線吸収フィルター

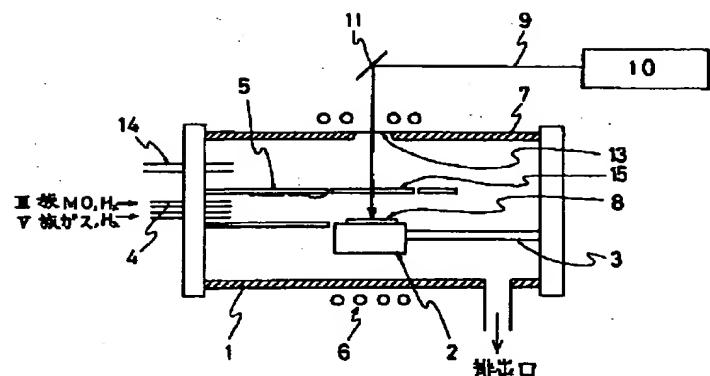
17 赤外線ランプ

18 集光レンズ

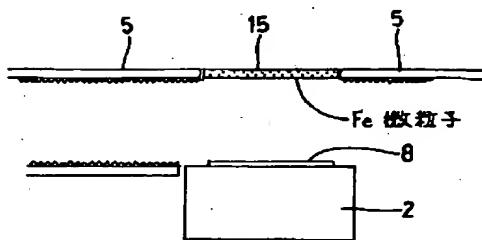
19 赤外線

20 二色性ミラー

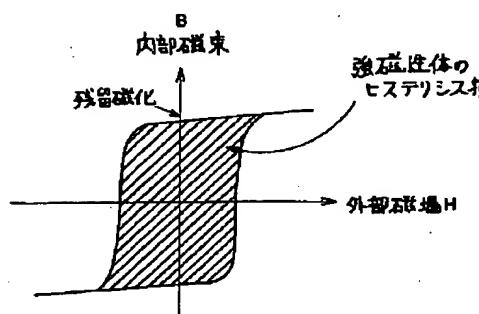
【図1】



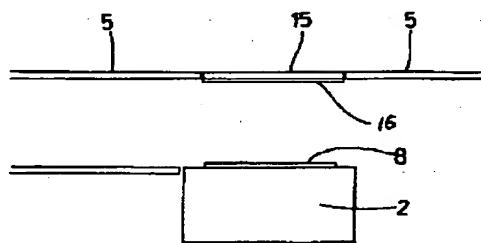
【図2】



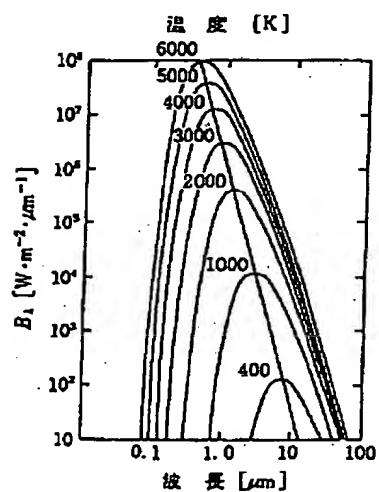
【図3】



【図4】



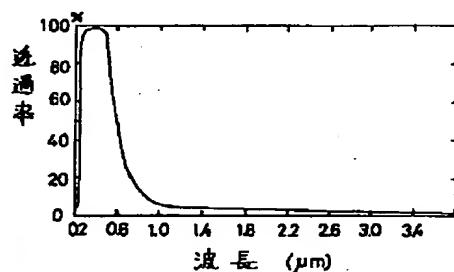
【図5】



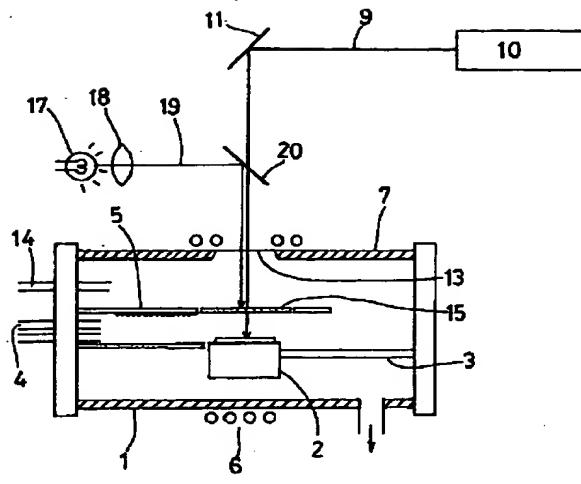
黑体の分光放射強度曲線
分光輝度 B_1 はプランクの式

$$B_1 = C_1 \lambda^{-5} \left\{ \exp \left(\frac{C_2}{\lambda T} \right) - 1 \right\}^{-1}$$
 で与えられる。ただし、 λ : 波長、 T : 温度、
 $C_1 = 1.191 \times 10^{-11} \text{ W} \cdot \text{cm}^2$
 $C_2 = 1.438 \text{ cm} \cdot \text{deg}$

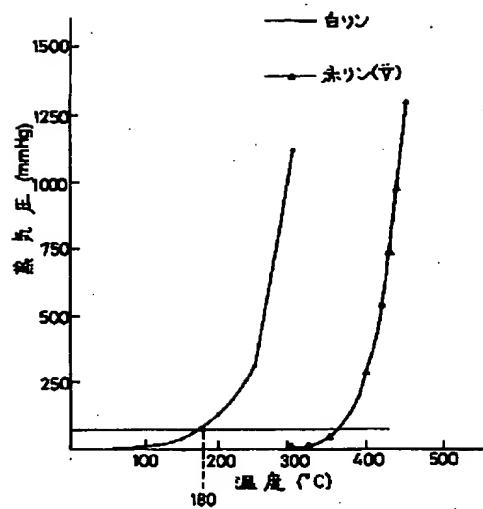
【図6】



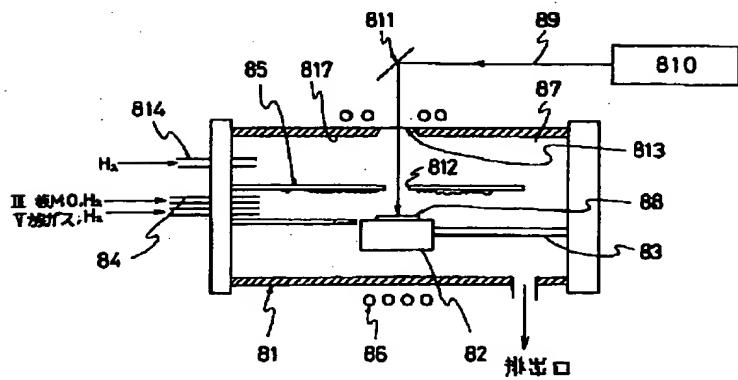
【図7】



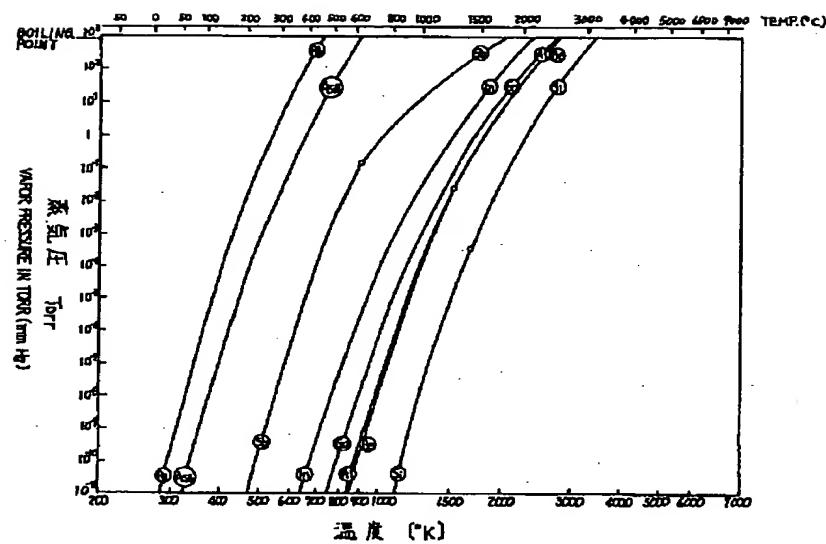
【図10】



【図8】



【図9】



THIS PAGE BLANK (USPTO)